Die

Untersuchung der Luft

auf organische Substanz.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

Hohen medicinischen Facultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

Carl Linow
approb. Arzt
aus Schwerin i./M.

Rostock.
Carl Boldt'sche Hof-Buchdruckerei.
1892.

Meiner lieben Mutter

in Dankbarkeit gewidmet.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass unreine Luft auf unsere Gesundheit schädliche Einwirkungen hat. Sie stört den Körper in seinem Wohlbefinden und macht ihn weniger widerstandsfähig gegen Krankheiten und äussere Schädlichkeiten. Wir sehen oft, dass Menschen in überfüllten Räumen, z. B. in Theatern, Restaurants u. s. w., besonders wenn sie die Einathmung schlechter Luft nicht gewöhnt sind, von Uebelbefinden, Kopfschmerzen, selbst von Ohnmachten befallen werden.

Die öffentliche Gesundheitspflege hat deshalb grosses Interesse gehabt, in Erfahrung zu bringen, welches das schädliche Agens in der unreinen Luft ist. Da der Mensch durch die Athmung Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure ausscheidet, lag die Annahme nahe, dass die Luft in Binnenräumen durch ihren Sauerstoffmangel und ihren Kohlensäureüberfluss nachtheilig auf den menschlichen Organismus wirke. Weil sich aber einerseits die Sauerstoffabnahme in der Innenluft gegenüber der Aussenluft als ausserordentlich gering erwies, und andererseits der Mensch, wie experimentell erwiesen ist, eine beträchtliche Abnahme dieses Gases ohne nachtheilige Folgen ertragen kann, blieb nur noch übrig, die Kohlensäureanhäufung als das schädliche Moment zu beschuldigen. Doch man stellte fest, dass relativ grosse Mengen Kohlensäure ohne Schaden eingeathmet werden können. Forster[1] giebt an, dass er bei einem zehn Minuten langen Aufenthalte in einer

[1] Zeitschrift für Biologie XI. S. 400.

Luft, die 4% CO_2 enthielt, keinerlei Gesundheitsstörung verspürt habe. Da aber unsere Wohnräume wohl nur in Ausnahmefällen mehr als 0,1% CO_2 enthalten, könnte der schädliche Einfluss nur durch die lange, fortwährende Dauer der Einwirkung erklärt werden.

Wenn nun auch sicher die Kohlensäure bei der Luftverderbniss eine wichtige Rolle spielt, so geht doch Hermanns[1] viel zu weit mit seiner Behauptung, dass die Binnenluft, falls der Mensch nur gesund und reinlich sei, durch die Perspiration und Respiration nur durch Kohlensäure verunreinigt werde. Schon der unangenehme Geruch, den wir so häufig Morgens beim Betreten selbst des saubersten Schlafzimmers des reinlichsten und gesundesten Menschen empfinden, beweist, dass in der Binnenluft riechende Stoffe vorhanden sind, die nur organischer Natur sein können. Da man ausserdem fand, dass verdorbene Luft selbst nach Elimination der Kohlensäure ihre schädliche Wirkung ausübt, ist man auch in neuerer Zeit allgemein zu der Ansicht gekommen, dass die organischen Beimengungen, abgesehen von den Mikroorganismen, in erster Linie die Luftverderbniss verursachen.

Deshalb war es am natürlichsten, nicht mehr die Kohlensäure, sondern die Menge der organischen Substanzen als Mass für die Verunreinigung der Luft zu nehmen. Aber die alte Methode wurde trotzdem beibehalten. Man war des Glaubens, dass die Zu- und Abnahme der Kohlensäure mit den organischen Stoffen Hand in Hand gehe. Diese Ansicht gründete sich namentlich auf die Forschungen der Engländer Carnelley und Mackie[2]. Jene behaupteten auf Grund ihrer Untersuchungen, dass ein hoher Gehalt an organischer Materie stets mit einem hohen Gehalte an Kohlensäure und ein

---

[1] Archiv für Hygiene I. S. 1.

[2] Carnelley und Mackie. Proc. of the royal soc. of London 1886. Vol 41. p. 239.

niedriger Gehalt an organischer Materie mit einem niedrigen an letzterer zusammentreffe. Der Parallelismus eines solchen Zusammentreffens ist jedoch von Uffelmann widerlegt worden. Dieser Autor fand bei seinen zahlreichen Luftuntersuchungen öfters einen niedrigen Gehalt an organischer Substanz bei einer relativ grossen Kohlensäuremenge. Dies constatirte er in Bezug auf Aussenluft, als er die Luft des Rostocker Universitätshofes und auch freie Feldluft hierauf untersuchte[1]. Am eclatantesten aber trat die Inconstanz zu Tage bei den Prüfungen von Souterrain-Luft[2]. Hier entsprach die Menge der organischen Substanz, als der Kohlensäuregehalt am höchsten war, genau dem Mittel; sie überschritt aber dieses Mittel nicht unbeträchtlich, als der Kohlensäuregehalt sehr niedrig war. Daher mussten selbstverständlich fehlerhafte Resultate entstehen, wenn man die Menge der organischen Substanzen nur nach der gefundenen Kohlensäurequantität abschätzte. Es ist unbedingt nöthig, die organischen Beimengungen direct zu bestimmen und diese als Index für den Grad der Verunreinigung zu betrachten. Zu diesem Zwecke gab Uffelmann folgende Methode an:[3]

Er bestimmte den Gehalt an organischen Stoffen durch eine Kalipermanganatlösung, von der 1 ccm. 0,395 mg. Kalium hypermanganicum enthielt, demnach 0,1 mg. O oder 0,07 ccm. Sauerstoff abgab und 0,7875 mg. Oxalsäure zu oxydiren vermochte.

Die Luft wurde zunächst in ein Reagensglass geleitet, welches eine Lösung von 9 ccm. reinem destillirten Wasser und 1 ccm. Kaliumhypermanganatlösung mit einigen Tropfen Schwefelsäure enthielt. Das Glas wurde mit einem doppelt durchbohrten Kautschukstöpsel verschlossen. Die eine Oeffnung diente zur Aufnahme eines eben bis an die untere Fläche des Korkes reichenden Glasrohres, welches

[1] Archiv für Hygiene VIII. S. 291.
[2] Archiv für Hygiene VIII. S. 325.
[3] Archiv für Hygiene 1711. S. 271.

oberhalb desselben knieförmig umgebogen war und durch einen Kautschukschlauch mit einem Aspirator in Verbindung stand. Die andere Oeffnung enthielt eine bis zum Grunde des Glases reichende Glasröhre, welche oberhalb des Stöpsels in eine halbkugelige Ausbuchtung endete. Dadurch, dass das Wasser aus dem Aspirator abfloss, wurde die Luft durch das lange Glasrohr in die Kaliumpermanganatlösung des Reagensglases geleitet, aus ihr durch das kurze Glasrohr und den Kautschukschlauch in den Aspirator. Darauf wurde der Inhalt des Glases 5 Minuten gekocht und mit der Oxalsäurelösung titrirt. Auf diese Weise konnte das Quantum der übermangansauren Kaliumlösung festgestellt werden, welches für die Oxydation der organischen Substanz nothwendig war. Selbstverständlich waren die Gläser vor dem Gebrauche sorgfältig gereinigt worden.

Aber dem Autor wurde bald offenkundig, dass diese Untersuchungsart ihre Mängel hatte. Er traf deshalb wesentliche Modificationen [1].

Mit dieser verbesserten Methode habe ich eine Reihe von Untersuchungen gemacht, die ich im Nachfolgenden veröffentliche. Die Luftprüfungen wurden auf nachstehend beschriebene Weise angestellt.

Statt des einen mit übermangansaurem Kalium angefüllten Glases nahm ich zwei Reagensgläser, von denen jedes 30 ccm. reines destillirtes Wasser enthielt. Ausserdem wurde in das eine Glas (nennen wir es der Kürze wegen Glas 1) ein Tropfen Kalilauge gethan, um die etwaigen in der Luft befindlichen organischen Säuren zu binden, dem Inhalte des Glases 2 aber wurde ein Tropfen Schwefelsäure hinzugefügt, um die etwaigen organ. Basen der Luft zu binden. Beide Gläser wurden mit doppelt durchbohrten Kautschukstöpseln verschlossen und auf einem Stativ befestigt. Der Stöpsel von Glas 1 nahm in seiner

[1] Jahresbericht über die Fortschritte der Hygiene pro 1889. S. 40.

einen Oeffnung die oben beschriebene Glasröhre auf, in seiner anderen das kleine unter dem Korke endigende Glasrohr, welches oberhalb desselben rechtwinklig umgebogen war. Von den Durchbohrungen des Stöpsels von Glas 2 diente die eine ebenfalls zur Aufnahme einer bis auf den Boden reichenden Glasröhre, welche aber oberhalb des Korkes knieförmig gebogen war und durch einen kurzen Kautschukschlauch mit der kleinen Röhre von Glas 1 verbunden wurde. Die andere Oeffnung fasste dieselbe kleine Röhre wie Glas 1 in sich, welche durch einen langen Gummischlauch mit dem Aspirator in Verbindung stand. Hierzu diente ein 5 Liter Wasser fassendes Blechgefäss, welches mit einem einfach durchbohrten Gummikork verschlossen wurde. Durch seine Oeffnung trat ein Glasrohr, welches zur Verbindung mit dem Kautschukschlauch und der kleinen Röhre des Glases 2 rechtwinklig abgeknickt war. Das Wasser floss am unteren Rande des Aspirators durch einen Gummischlauch in einen untergestellten Behälter. Wenn der Apparat nun in Thätigkeit gesetzt wurde, trat die Luft zunächst durch die oben halbkugelig ausgebuchtete Glasröhre in Glas 1, verliess dieses durch die kleine Röhre, gelangte darauf durch den kleinen Schlauch und die lange Röhre in Glas 2 und kam schliesslich durch dessen kurze Röhre und den langen Schlauch in das Blechgefäss. Da dieses immer von Neuem gefüllt werden konnte, war es möglich, beliebig grosse Luftquanta zur Untersuchung zu nehmen. Ich füllte es bei meinen Versuchen meistens 4 Mal, so dass damit 20 Liter Luft durch den Inhalt der beiden Gläser geleitet wurden. Um die Schnelligkeit des Wasserabflusses und damit die der durchströmenden Luft regeln zu können, war an dem Schlauche, durch den das Wasser abfloss, ein Quetschhahn befestigt, mittelst dessen das Lumen des Schlauches beliebig verengt werden konnte. Ich stellte den Hahn so, dass die Luft nur in kleinen Bläschen durch die Flüssigkeiten hindurchzutreten vermochte. Hierbei er-

forderte eine einmalige Entleerung des Aspirators 18 Minuten. Da 20 Liter Luft hindurchgesogen wurden, gebrauchte ich zu jedem Versuche einschliesslich der Zeit, welche für die viermalige Füllung des Gefässes erforderlich war, 80 Minuten.

Der Inhalt beider Gläser wurde darauf zusammengegossen; ich fügte 1 bis 2 ccm. verdünnte Schwefelsäure (1 Theil Schwefelsäure und 3 Theile destillirtes Wasser) hinzu und von der Kaliumpermanganatlösung 0,395:1000,0 3 bis 5 ccm., je nachdem ich wenig oder viel organische Substanz vermuthete. Das Ganze kochte ich 5 Minuten und titrirte darauf mit der Oxalsäurelösung 0,7875 : 1000,0 bis nahezu zum Verschwinden der rothen Farbe. Zur Kontrolle wurde jedes Mal noch ein Tropfen der Oxalsäurelösung hinzugefügt, bei dem nun das Ganze die rothe Färbung einbüsste und einen fahlgelblichen Farbenton annahm. Um schliesslich das Quantum der zur Oxydation erforderlichen Chamäleonlösung festzustellen, musste ausser der zur Rücktitrirung verwandten Oxalsäure auch der Theil der übermangansauren Kaliumlösung in Abzug gebracht werden, der auf die Oxydation der in 60 ccm. Aqua destillata enthaltenen organischen Stoffe fiel. Wenn z. B. durch vorherige Untersuchung gewonnen war, dass hierfür 0,5 ccm. Chamäleonlösung nöthig waren, und zum Titriren der anfänglich hinzugefügten Chamäleonlösung 0,7 ccm. Oxalsäurelösung gebraucht wurden, blieb als Endresultat für die Menge der organischen Substanz in der untersuchten Luft (3 ccm. unter Abzug von 0,7 + 0,5 ccm. d. i.) 1,8 ccm. Chamäleonlösung übrig.

Obgleich Uffelmann diese Verbesserung seiner ursprünglichen Methode schon 1888 und 1889 veröffentlichte, und er selbst von da ab seine sämmtlichen Versuche mittelst derselben anstellte, sind nachträglich von Nékam[1] und Acharow[2] Arbeiten erschienen, welche, ohne von

[1] Archiv für Hygiene. XI. 1890. S. 397—409.

[2] Archiv für Hygiene. XIII. 1891. S. 229—246.

dieser Abänderung Kenntniss zu nehmen, sich mit der Kritik der alten Methode befassen. Namentlich in der Arbeit von Nékam wird ein absprechendes Urtheil über diese gefällt. Nékam kommt zu dem Resultate, dass die Aspiration durch eine Chamäleonlösung kein brauchbarer Index für die Menge der organischen Substanzen abgebe. Nun hatte allerdings die alte Untersuchungsart ihre Fehler. Aber diese sind von dem Autor selbst längst erkannt und deshalb in der neuen Methode, von der aber in jenen beiden Abhandlungen keine Notiz genommen ist, beseitigt worden. Sie ist frei von den Fehlern, die der alten Methode zum Vorwurf gemacht werden, und mit ihr kann man sehr wohl den Gehalt der Luft an organischen Beimengungen genau bestimmen. Wenn nun Nékam sagt, dass die Chamäleonlösung sich auch spontan zersetze, sodass der Manganverlust nicht ausschliesslich auf die organischen Stoffe bezogen werden könne, so trifft dieser Einwand bei der neuen Methode nicht zu. Abgesehen davon, dass die Kaliumpermanganatlösung selbst nicht mehr zur Aspiration benutzt wird, ist die Lösung, die ich bei meinen Prüfungen benutzte, nahezu täglich bei den zahlreichen Wasseruntersuchungen, die im Institut stattfanden, auf ihren Titergehalt geprüft worden, so dass hierdurch Fehlerquellen ausgeschlossen waren. Ferner wurde die Lösung, da sie gewöhnlich in der ersten Zeit nach ihrer Herstellung noch etwas an Intensität einzubüssen pflegt, erst nach 36stündigem Stehen in Gebrauch genommen. Somit wurde allerdings, was Acharow als fehlerhaft bezeichnet, bei den Versuchen ein und dieselbe Manganlösung genommen, aber auf ihre leichte Zersetzbarkeit wurde durch fortlaufende Feststellung ihres Titers gebührende Rücksicht genommen. Weiter behauptet Nékam: „Die Chamäleonlösung oxydirt die organischen Substanzen der Luft selbst bei ganz langsamer Aspiration nur unvollständig, denn die durch eine bis zwei und mehrere

Chamäleonschichten geleitete Luft zersetzt noch immer die Chamäleonlösung.“ Er fand nämlich, als er Luft hintereinander durch 4 mit Chamäleonlösung gefüllte Eprouvetten leitete, auch in der dritten und vierten noch einen Chamäleonverlust. Durch Versuche aber, die im hiesigen Institute von O. Paschen unter Uffelmann's Leitung gemacht wurden, und die nächstens veröffentlicht werden, wird bestätigt, dass der langsame Durchtritt der Luft durch 2 Gläser vollkommen genügt, um alle organischen Stoffe an die Flüssigkeiten abzugeben. Denn als ausser den beiden Gläsern noch zwei weitere eingeschoben wurden, fand sich bei mehrmaliger Untersuchung in Glas 3 und 4 nicht mehr organische Substanz, als schon in dem destillirten Wasser war. Schliesslich erheben noch Beide den Einwand, dass die Flüssigkeitsschicht, durch welche die Luft geleitet wurde, nicht tief genug wäre. Dieser Einwurf ist unbegründet, da Uffelmann niemals eine so wenig tiefe Flüssigkeitssäule anwandte, wie jene Autoren annahmen. Ich selbst nahm 30 ccm. Wasser, die in dem Glase eine Säule von 10 cm. Höhe bildeten. Im Uebrigen kommt auch Acharow zu dem Schlusse, dass die Bestimmung der organischen Substanz in der Luft mit Hülfe der Chamäleonlösung recht wohl möglich ist, wenn man die Luft in sehr kleinen Bläschen hindurchtreten lässt, wenn man ausserdem die Lösung auf etwa 43 ° erwärmt und sie stark ansäuert, wenn man stets in der nämlichen Weise operirt und nur eine schwache Concentration der Chamäleonlösung anwendet. Mit Recht betont er, dass die Gläser und Röhren sorgsam zu reinigen sind. Dieses Princip habe auch ich auf das Strengste befolgt.

Die beiden Reagensgläser wurden vor jedesmaligem Gebrauche mit Chamäleonlösung gereinigt, um die etwa in ihnen vorhandenen organischen Substanzen zu oxydiren. Darauf wurden sie mehrere Male mit destillirtem Wasser ausgespült, bis die völlige Klarheit desselben mir bewies, dass von der Chamäleonlösung keine Spur in ihnen zurück-

geblieben war. Einer gleichen sorgfältigen Reinigung wurden die Glasröhren und Gummistöpsel unterzogen. Zum Kochen benutzte ich immer dasselbe Glas, welches nach dem Gebrauch sofort wieder durch einen gutschliessenden Gummistöpsel luftdicht verschlossen wurde.

Da die Untersuchungen demnach mit der grössten Sorgfalt unter möglichster Vermeidung aller Fehler ausgeführt wurden, glaube ich, dass die durch sie gewonnenen Resultate Anspruch auf Genauigkeit machen können.

Bevor ich aber die verschiedenen Luftprüfungen beschreibe, will ich noch einige Versuche erwähnen, die den Zweck hatten, direct ausgeathmete Luft auf ihren Gehalt an organischen Beimengungen zu prüfen.

Ein Kolbengläschen wurde durch Auskochen mit der hypermangansauren Kaliumlösung von allen darin befindlichen organischen Stoffen befreit und darauf mit 60 ccm. reinem destillirten Wasser gefüllt. In die Flüssigkeit wurde eine die Oeffnung des Glases gerade ausfüllende Glasröhre getaucht, welche zuvor mehrere Tage in der Chamäleonlösung gelegen hatte und hernach mit destillirtem Wasser sorgfältig gereinigt war. Das Rohr hatte eine rechtwinklige Biegung. Der wagerechte Schenkel wurde in den Mund geführt, und die in ihn ausgeathmete Luft gelangte durch den senkrechten Schenkel in das Wasser. Um das etwaige Hineindringen von Speichel zu verhindern, war das Lumen des Anfangstheiles durch einen Wattebausch verschlossen.

Mittelst dieser Methode wurden drei Versuche gemacht. Bei den beiden ersten wurde je 500 Male, beim dritten Versuche hingegen 1000 Male in das Rohr hineingeathmet. Da ich in der Minute 20 Athemzüge machte, waren für Versuch 1 und 2 je 25 Minuten, für Versuch 3 aber 50 Minuten erforderlich. Als ich hernach den Inhalt des Fläschchens prüfte, fand ich, natürlich nach Abzug der in dem Wasser von vornherein enthaltenen organischen Substanz,

bei Versuch 1 einen Verbrauch von 1,3 ccm. Chamäleonlösung,
„ „ 2 „ „ „ 1,15 „ „
„ „ 3 „ „ „ 1, 6 „ „

Durch diese Experimente ist der Beweis erbracht, dass der gesunde Mensch mit seiner Lungenathmung organische Substanz ausscheidet. Die oben angeführte Behauptung von Hermanns, dass die Luft in Folge der Respiration nur durch Kohlensäure verunreinigt werde, ist somit widerlegt.

Die mit oben angegebener Methode ausgeführten Luftuntersuchungen lasse ich nunmehr folgen. Ich untersuchte mehrere Male die atmosphärische Luft, und ausserdem die Luft in 24 verschiedenen Binnenräumen auf ihren Gehalt an organischer Substanz.

Versuch 1.

Aussenluft.

Zur Untersuchung diente die Luft auf dem Hofe des hygienischen Institutes. Derselbe hat eine Grösse von circa 1000 □m. und ist an allen 4 Seiten von ziemlich hohen Gebäuden umgeben.

Weil die Aussenluft nur geringe Mengen organischer Stoffe enthält, sog ich mit dem Aspirator 40 Liter Luft in die beiden Reagensgläser. Da ich aber bei den Prüfungen der Binnenluft meistens nur 20 Liter Luft aspirirte, reducirte ich zum besseren Vergleiche die hier gefundenen Werthe auf die Hälfte.

20 l. Luft verbrauchten nun von der Kalipermanganatlösung

am 5. 12. 1891 . . . . . 0,575 ccm.
„ 11. „ „ . . . . . 0,420 „
„ 18. „ „ . . . . . 0,515 „

Diese kleinen Mengen erklärten sich daraus, dass während der ersten Hälfte des December, in welcher ich diese

Bestimmungen machte, fast täglich starker Regen fiel. Durch anhaltenden Landregen wird aber, wie Uffelmann bei seinen Untersuchungen bestätigt fand, die Luft in ausserordentlich hohem Grade von organischer Materie gesäubert[1]. Wenn nun auch der Regen starke Mengen Staub mit sich niederreisst, so kann er eine völlige Elimination der organischen Stoffe trotzdem nicht zu Stande bringen. Dies bewies der Versuch am 11. December, wo nach 48stündigem starken Regen doch gewisse Mengen organischer Materie zurückgeblieben waren.

Versuch 2.

Wohnzimmer.

Das Zimmer, welches mir zugleich zum Wohnen und Schlafen diente, lag im Erdgeschosse eines neuen Hauses der Rostocker Vorstadt. Es mass 7 m. in der Länge, 4,5 m. in der Breite und 3,5 m. in der Höhe, hatte demnach einen Inhalt von circa 110 cbm. Seine beiden Fenster waren nach Westen gelegen.

Die Luft wurde zweimal geprüft, des Abends unmittelbar, bevor ich zu Bett ging, und den darauf folgenden Morgen sofort nach dem Aufstehen. Am Morgen wurde täglich eine halbe Stunde lang ein Fenster geöffnet; eine weitere Lüftung fand nicht statt.

Am Untersuchungstage war ich um 9 Uhr Morgens fortgegangen, Nachmittags um 3 Uhr zurückgekehrt, und darauf mit Ausnahme einer Stunde bis Abends 10 Uhr anwesend. Von 10 bis $11^1/_2$ Uhr aspirirte ich 20 l. Luft, begab mich hierauf zu Bett und hielt Morgens bis nach Beendigung des zweiten Versuches Thüren und Fenster geschlossen. Die Temperatur war Abends $13^1/_2{}^0$ R., Morgens 12^0 R.

20 l. Luft verbrauchten von der Kalipermanganatlösung

am Abend: 1,4 ccm.

„ Morgen: 1,9 ccm.

[1] Archiv für Hygiene VIII. 1888. S. 293.

Der Gehalt an organischer Materie übertraf demnach den Gehalt der Aussenluft an letzterer das eine Mal um das dreifache, das andere Mal um das vierfache. Durch mein achtstündiges nächtliches Verweilen stieg die organische Substanz um 25%.

Versuch 3.

Wohnzimmer.

Das Zimmer lag ebenfalls im Erdgeschosse, aber in einem alten Hause mit etwas feuchtem Untergrunde in der Nähe der Warnow. Es hatte 2 nach Westen gelegene Fenster und war 4 m. lang, 3 m. breit, 3 m. hoch, hatte demnach einen Luftinhalt von 36 cbm. Von dem Inhaber, einem 27jährigen Manne, wurde es als Wohn- und Schlafzimmer benutzt. Dieser verliess es Morgens um 7½ Uhr; ein Fenster blieb hierauf eine halbe Stunde lang geöffnet.

Die Luft wurde Abends von 9 bis 10½ Uhr aspirirt, nachdem Eigenthümer sich am Tage nur 3 Stunden unmittelbar vor der Untersuchung in der Stube aufgehalten hatte. Hernach war er bis 12 Uhr abwesend. Des Morgens wurde um 8 Uhr, als Bewohner fortging, die zweite Luftprobe entnommen; es war aber seit dem vorhergehenden Morgen nicht gelüftet worden. Bei meinem Eintritt empfand ich am Morgen einen schwach unangenehmen Geruch. Die Temperatur war Abends 14° R., Morgens 12° R.

20 l. Luft gebrauchten von der Kalipermanganatlösung

am Abend . . . . . 1,4 ccm.

„ Morgen . . . . . 1,9 ccm.

Obgleich dieser Raum nur ein Drittel so gross wie der vorher besprochene war, war die Quantität der organischen Materie dennoch in beiden die gleiche. Das lag wahrscheinlich daran, dass der Besitzer nur 3 Stunden zugegen war, während ich mehr als die doppelte Zeit anwesend war. Auch hätte man ein höheres Anwachsen der organischen Stoffe in der Nacht erwarten können.

Jedenfalls hat hier das mehrmalige Oeffnen der Thür eine Beseitigung eines Theiles der schlechten Luft zur Folge gehabt.

Versuch 4.

Schlafkammer.

Die Kammer hatte ihre Lage im zweiten Stockwerke eines circa 400 m. von der Warnow entfernten Hauses. Sie hatte einen Luftinhalt von 30 cbm. und wurde durch ein 1 □ m. grosses Dachfenster, welches nach Süden lag, erhellt. Dieses war den ganzen Tag geöffnet und wurde erst vor dem Schlafengehen geschlossen. Ich aspirirte die Luft am Morgen eine Stunde später, als die beiden Personen, ein 19jähriger Mann und ein 13jähriger Knabe, welche in dem Raume schliefen, ihn verlassen hatten. Fenster und Thüren waren bis nach vollendetem Versuche geschlossen gehalten. Unangenehmer Geruch war nicht zu constatiren. Die Temperatur war 10° R.

20 l. Luft gebrauchten von der Chamäleonlösung

1,6 ccm.

Dass trotz der Kleinheit des Raumes, und obgleich 2 Menschen darin schliefen, die Menge der organischen Substanz nur eine relativ kleine war, wurde zweifellos durch seine vorzügliche Lüftung veranlasst. Durch das dauernde Offenstehen des Fensters wurde die Luft so gereinigt, dass sie am Abend nur sehr wenige organische Beimengungen enthalten haben wird. Dazu kam, dass das Fenster sehr undicht war, und mithin auch während der Nacht eine nicht unerhebliche Ventilation statt hatte. Schliesslich war das Zimmer schon eine Stunde vor meiner Luftprüfung von den Insassen verlassen worden.

Versuch 5.

Wohnzimmer.

Das Zimmer lag im Parterre-Stockwerke eines Hintergebäudes der Rostocker Altstadt. Es mass in der Länge

4 m., in der Breite 3 m., in der Höhe 2,5 m., hatte mithin einen Inhalt von 30 ccm. Seine beiden kleinen Fenster führten auf einen engen Hof hinaus, der rings von hohen Häusern eingeschlossen war. Die Bewohner waren ein kranker Schneider, der an Tabes litt und seit 10 Jahren ununterbrochen in diesem Zimmer bettlägerig war, und seine Frau, die zur Pflegung ihres Mannes fast den ganzen Tag anwesend sein musste. Am Vormittage wurde täglich ein Fensterflügel eine halbe Stunde geöffnet.

Ich untersuchte die Luft Nachmittags von 4 bis $5^1/_2$ Uhr bei einer Temperatur von 15° R. Als ich eintrat, strömte mir ein unangenehmer Geruch entgegen.

Zur Oxydation der in 20 l. Luft enthaltenen organischen Materie waren

2,1 ccm.

von der Chamäleonlösung erforderlich.

Der hohe Gehalt an organischen Stoffen war hier bedingt durch die ungenügende Zufuhr von frischer Aussenluft, durch die ungünstige Lage und durch die dauernde Anwesenheit einer, wenn nicht zweier Personen.

Versuch 6.

Wohnzimmer.

Das Zimmer lag unter dem Dache des zweiten Stockwerkes eines Hauses, welches in einer sehr engen Gasse in nächster Nähe der Warnow gelegen war. Es bekam sein Licht durch ein kleines Dachfenster und hatte einen Luftraum von 38 cbm. In demselben wohnte eine Arbeiterfamilie, welche nur diesen einen Raum zu ihrer Verfügung hatte und ihn deshalb zum Wohnen und Schlafen benutzen musste. Die Familie umfasste 5 Mitglieder, die Eltern und drei Kinder im Alter von 11, 9 und 5 Jahren. Das jüngste Kind war seit 8 Tagen bettlägerig, die übrigen und der Vater waren während des Tages nur wenige Stunden zugegen. Wenn auch das Fenster nur wenig geöffnet wurde, so besorgte doch das häufige Oeffnen und Schliessen

von zwei Thüren eine Erneuerung der Luft. Während meiner Luftprüfung, die am Nachmittage von 5 bis $6^1/_2$ Uhr statt hatte, waren alle 5 Personen zugegen. Beim Betreten der Stube konnte ich einen schwach unangenehmen Geruch verspüren. Die Temperatur betrug 12 ° R.

Für 20 l. Luft war der Kalipermanganatverbrauch 1,95 ccm.

Wenn auch in diesem Raume mehr Menschen als in dem von Versuch 5 waren, so war die Quantität der organischen Stoffe doch kleiner. Aber das Zimmer hatte eine freiere Lage und wurde auch ausreichender gelüftet. Ferner waren von den Bewohnern grösstentheils nur zwei anwesend.

Versuch 7.

Krankensaal.

Der Saal lag im ersten Stockwerke des Mittelgebäudes des ältesten Theiles des Rostocker Krankenhauses. Er gehörte der Frauenabtheilung der chirurgischen Station an. Seine Länge betrug 9 m., seine Breite 6 m., seine Höhe 4 m., sein Luftraum mithin 216 cbm. Zwei grosse Fenster führten nach Süden, ein kleines in der Seitenwand nach Osten. Zur Ventilation dienten 2 Klappen, von denen die eine oben, die andere unten in der Wand angebracht war. Auf den Corridor führte eine grosse Flügelthür, nach zwei Nachbarzimmern zwei einfache Thüren. Auf die Lüftung wurde die grösste Sorgfalt verwandt. Morgens 5 Uhr, wo der Saal gereinigt wurde, blieb ein Fenster eine halbe Stunde lang geöffnet, die obere Luftklappe wurde fast nie, weder bei Tag noch bei Nacht, geschlossen, ausserdem war während eines grossen Theiles des Tages und die ganze Nacht hindurch ein Flügel der Corridorthür geöffnet. Die Stube war mit 9 Frauen belegt, von denen 8 bettlägerig waren, die neunte aber zeitweilig das Zimmer verlassen durfte. Alle litten an chronischen Krankheiten.

Die Luftprobe wurde Morgens von 9 bis 10½ Uhr entnommen, indem Thür und Fenster geschlossen waren, die obere Luftklappe aber geöffnet blieb. Die Luft war frei von irgend welchem schlechten Geruche. Die Temperatur betrug 14 ° R.

Zur Oxydation der in 20 l. Luft enthaltenen organischen Substanzen waren

0,6 ccm.

von der Chamäleonlösung nöthig.

Die Luft des Zimmers musste demnach als die denkbar beste bezeichnet werden. Der Gehalt an organischen Stoffen überschritt kaum den der Aussenluft.

Versuch 8.

Krankensaal.

Der Saal gehörte zu der Männer-Abtheilung der chirurgischen Station. Er befand sich im ersten Stockwerke des später angebauten Flügels. Seine Länge betrug 8 m., seine Breite 6 m., seine Höhe 4 m., sein Inhalt demnach 192 cbm. Sein nach Osten gelegenes Fenster hatte eine Höhe von 3 m. und eine Breite von 2 m. Die Lüftung bewerkstelligten 2 Klappen. Die einzige Thür des Saales hatte zwei grosse Flügel und führte auf einen grossen hellen Corridor. Die Ventilation geschah auf dieselbe Weise wie im Saale von Versuch 7, nur waren hier beide Flügel der Thür Tag und Nacht dauernd geöffnet. Auf der Stube lagen 8 Männer, von denen 5 bettlägerig waren. Als ich die Luft Morgens bei geschlossener Thür untersuchte, betrug die Temperatur 13 ° R. Geruch war nicht bemerkbar.

Von der Chamäleonlösung waren für 20 l. Luft

0,8 ccm.

erforderlich.

Demnach war auch hier der Gehalt an organischer Materie ausserordentlich gering. Obgleich 8—9 Menschen fast dauernd zugegen waren, war in Folge der guten

Ventilation die Menge der organischen Stoffe kleiner als z. B. in meinem Wohnzimmer.

Versuch 9.

Krankensaal.

Der frühere Operationssaal der chirurgischen Klinik lag im Mittelgebäude über dem Eingangsportale. Er war mit 5 Kindern und einer Wärterin belegt. Seine Länge betrug 9 m., seine Breite 6 m., und seine Höhe 4 m.; er hatte demnach einen Luftinhalt von 216 cbm. Seine 3 Fenster lagen nach Süden; das mittlere war 2,5 m. breit und 3 m. hoch, die beiden anderen waren von derselben Höhe, aber nur von halber Breite. Eine Flügelthür führte auf den Corridor, 2 einfache Thüren zu Nebenzimmern. Am Vormittage wurde die ziemlich grosse Luftscheibe des Mittelfensters eine Zeit lang geöffnet, die Thüren zu den Nachbarstuben standen während des Tages grösstentheils auf, die Flügelthür aber wurde geschlossen gehalten. Eine Stunde vor meiner Luftprüfung, Nachmittags 4 Uhr, liess ich die Thüren schliessen. Die Temperatur war 14 ° R. Es war eine Andeutung von schwachem Geruche zu constatiren.

Auf 20 l. Luft wurden von der Chamäleonlösung verwandt 1,3 ccm.

Das Plus an organischer Substanz, welches im Vergleich zu Versuch 7 und 8 hier vorhanden war, führe ich darauf zurück, dass die Lüftung nicht ausreichend war. In den beiden vorher untersuchten Sälen stand die Corridorthür fast immer auf; ausserdem fehlten hier die Luftklappen in der Wand. Während jene völlig frei von Geruch waren, liess hier schon der, wenn auch nur schwache Geruch eine nicht ganz reine Luft vermuthen.

Versuch 10.

Krankensaal.

Der Saal lag im Erdgeschosse unter dem in Versuch 7 besprochenen und stimmte in seiner Grösse und seiner

Beschaffenheit mit jenem überein. Er war auf der Station wegen seiner nicht guten Luft bekannt. Da er nämlich zumeist mit alten siechen Frauen belegt war, und diese, wie bekannt, gegen jeglichen Zug sehr empfindlich sind, konnten Thüren und Fenster nur unter Sträuben der Kranken geöffnet werden.

Bei meiner Prüfung, die ich Vormittags um 11 Uhr bei einer Temperatur von 14 ° R. anstellte, fand ich für 20 l. Luft einen Verbrauch von

1,22 ccm.

der Kaliumpermanganatlösung. Unangenehmer Geruch war mit Sicherheit nicht zu constatiren.

Wir sehen also in Folge der schlechteren Lüftung des Saales ein Ansteigen der organischen Stoffe.

Versuch 11.

Krankensaal.

Der Saal befand sich in der Männerabtheilung der medicinischen Station und lag im Parterre-Stockwerke unter dem in Versuch 8 beschriebenen. Er war mit 9 Männern belegt, von denen 6 bettlägerig waren. Die Lüftung wurde so gehandhabt, dass während der Reinigung am Morgen die Flügelthür und die obere Ventilationsklappe geöffnet waren. Nachts stand die Flügelthür auf. Die Entnahme der Luftprobe fand Mittags 12 Uhr statt, nachdem eine Stunde vorher und während meiner Gegenwart Thür und Fenster geschlossen gehalten wurden. Die Temperatur betrug 15 ° R. Da ein Kranker den Stuhlgang unter sich gehen liess, hatte die Luft in Folge hiervon einen schlechten Geruch.

Für Oxydation der organischen Substanzen in 20 l. Luft gebrauchte ich

1,1 ccm.

der Kaliumpermanganatlösung.

Versuch 12.

Krankensaal.

Der Saal lag neben dem von Versuch 11 und stimmte in Bezug auf seine Grösse und Einrichtungen mit dem von Versuch 8 überein. Er war mit 9 Männern belegt, von denen 5 dauernd an ihr Bett gefesselt waren. Die Luftprobe wurde Nachmittags um 5 Uhr entnommen. Die Temperatur betrug 14 ° R.

Für 20 l. Luft gebrauchte ich von der Chamäleonlösung

0,9 ccm.

Die Ventilation, die in gleicher Weise wie im Zimmer des Versuches 11 gehandhabt wurde, war bis zu meinem Eintritt in Thätigkeit. Während des Versuches war auch hier mit Ausnahme der Luftklappe Alles geschlossen. Somit erklärte sich unter sonst gleichen Verhältnissen das Minus an organischen Stoffen gegenüber dem von Versuch 11 nur daraus, dass dort schon eine Stunde vor dem Versuche die Lüftung unterbrochen war.

Versuch 13.

Krankenzimmer.

Die Stube lag im Erdgeschosse des Isolirpavillons für septisch kranke Frauen der gynäkologischen Klinik. Ihre Länge und Breite betrugen 5 m., ihre Höhe 4 m., ihr Inhalt demnach 100 cbm. Sie hatte 2 Fenster und eine Thür. In ihr lagen 3 Frauen, von denen die eine ein inoperables Uteruscarcinom hatte, die beiden anderen aber an Puerperalfieber mit incidirten eiternden Abscessen litten. Des Morgens stand eine halbe Stunde ein Fenster offen; von den drei Luftklappen war eine dauernd Tag und Nacht geöffnet. In dem Zimmer herrschte der starke Gestank, den jauchende Carcinome und jauchiger Eiter zu verbreiten pflegen. Die Luftprüfung wurde Nachmittags 3 Uhr bei einer Temperatur von 13 ° R. angestellt.

Für 20 l. Luft waren von der Chamäleonlösung

1,3 ccm.

nöthig.

Versuch 14.

Krankenstube.

Das Zimmer lag im ersten Stockwerke des oben erwähnten Isolirhauses; es war 4,5 m. lang, 3,5 m. breit und 3,5 m. hoch, hatte mithin einen Inhalt von ungefähr 55 cbm. Es hatte ein Fenster und zwei Thüren, die in anliegende, zur Zeit unbelegte Krankenstuben führten, und von denen die eine immer geöffnet war. Das Zimmer war nur mit einer Kranken belegt, die ein Carcinom des Bauchfelles hatte, welches in den Darm perforirt war. Der Stuhlgang war folglich mit jauchigem, stark stinkendem Eiter gemischt. Um den schauderhaften Gestank zu mindern, war ausser der Thür beständig eine Ventilationsklappe offen. Die Temperatur betrug während der Versuchszeit, Nachmittags 5 Uhr, 13 ° R.

Für 20 l. Luft gebrauchte ich

1,1 ccm.

von der Kaliumpermanganatlösung. Trotz des starken Geruches, der in beiden Versuchsräumen herrschte, war die Zunahme der organischen Materie gegenüber den anderen Krankenzimmern nur gering. Es ist dies ein Beweis dafür, dass dieser Geruch nicht durch die Gegenwart oxydabler organischer Beimengungen veranlasst wurde, und dass diese jauchenden Wunden auf die Menge dieser Stoffe ohne erkennbaren Einfluss sind.

Versuch 15.

Krankensaal.

Der grosse achteckige Krankensaal lag im zweiten Stockwerke des erst vor einigen Jahren erbauten Hauptgebäudes der Frauenklinik. Sein Inhalt betrug ungefähr 250 cbm. Die drei grossen Fenster lagen auf 3 von den 8 Seiten. Die Ventilation war vorzüglich. Oberhalb der Flügelthür, die das Zimmer mit dem Corridor verband, war eine grosse Schieberklappe; in der Wand waren 3 Klappen, am Ofen eine. Der Saal war mit 7 Frauen

belegt, von denen 4 bettlägerig waren. Während ich die Luftprobe entnahm, war die Klappe oberhalb der Thür und eine in der Wand geöffnet. Die Luft war frei von jeglichem Geruche. Die Temperatur betrug 14 ° R.

Der Verbrauch von der Chamäleonlösung für 20 l. Luft war

0,975 ccm.

Versuch 16.

Laboratorium.

Der Arbeitsraum lag im Erdgeschosse des hygienischen Institutes. Er hatte einen Inhalt von circa 120 cbm., zwei hohe nach Osten gelegene Fenster und zwei Flügelthüren, deren eine in die hygienische Sammlung führte, welche in der Regel nicht geheizt war, deren andere aber, zum Zimmer des Directors, nie geschlossen wurde. Des Morgens während der Reinigung waren kurze Zeit die Fenster geöffnet. In dem Raume arbeiteten des Tages über 3 bis 4 Personen 4 bis 5 Stunden lang. Ich entnahm an 2 Tagen Mittags 12 Uhr bei einer Temperatur von 15 ° R. eine Luftprobe, und zwar liess ich beide Male 40 l. Luft durch den Aspirator ansaugen.

Die auf die Hälfte, auf 20 l. Luft reducirten Werthe ergaben einen Verbrauch an Chamäleonlösung

bei Versuch 1 von 0,80 ccm.,
bei Versuch 2 von 0,85 ccm.

Da beide Versuche unter möglichst gleichen Verhältnissen zu derselben Tageszeit gemacht wurden, beweist die Constanz der Resultate, dass man mittelst unserer Methode mit grosser Genauigkeit den Gehalt der Luft an organischen Substanzen bestimmen kann. Kleine Abweichungen liegen in der Natur der Sache, da die Zusammensetzung der Luft durch so verschiedene Factoren beeinflusst wird, dass das quantitative Verhältniss ihrer Stoffe nie ganz dasselbe sein kann.

Versuch 17.

Auditorium.

Der Hörsaal lag im ersten Stockwerke des hygienischen Institutes. Er war 8 m. lang, 5,5 m. breit, 4 m. hoch, hatte mithin einen Luftinhalt von 176 cbm. Er besass 3 Fenster, die nach Osten lagen, einen grösseren Zuzugscanal für gute Luft und viele kleine Abzugscanäle für verbrauchte Luft.

In ihm wurden 3 Luftprüfungen gemacht; die erste Nachmittags 2 Uhr bei einer Temperatur von 9° R., als nicht geheizt war, und noch keine Vorlesung stattgefunden hatte; die zweite Nachmittags um 5 Uhr des nämlichen Tages bei einer Temperatur von 13° R. unmittelbar nach einer einstündigen Vorlesung, die von 9 Zuhörern besucht war; das dritte Mal nach derselben Vorlesung an einem anderen Tage bei einer Temperatur von 13,5° R.

Der Verbrauch an Chamäleonlösung betrug für 20 l. Luft

bei Prüfung 1 . . . . . 1,3 ccm.,
„ „ 2 . . . . . 2,1 „
„ „ 3 . . . . . 2,3 „

Durch den einstündigen Aufenthalt von 9 Zuhörern war demnach eine beträchtliche Steigerung der organischen Stoffe in dem Raume eingetreten.

Versuch 18.

Auditorium.

Der Hörsaal lag im Parterre-Stockwerke des chemischen Institutes; er hatte eine Länge von 12 m., eine Breite von 7 m. und eine Höhe von 3,5 m., demnach einen Inhalt von 294 cbm. Er bekam sein Licht durch 8 Fenster, von denen je 4 an jeder Längswand lagen; für die Lüftung sorgten 6 Ventilationsklappen. Ich untersuchte die Luft unmittelbar vor der von 10 bis 11 Uhr Vormittags stattfindenden Vorlesung und sofort nach derselben. Das Colleg wurde von 46 Zuhörern besucht. Mehrere von den Luftklappen waren während der Vorlesung permanent geöffnet.

Für 20 l. Luft betrug der Kalipermanganatverbrauch
bei Versuch 1 . . . . . 1,10 ccm.,
„ „ 2 . . . . . 1,97 „

Obgleich eine so beträchtliche Anzahl Menschen anwesend war, nahm die organische Materie im Vergleich zu Versuch 17 nur in geringem Masse zu. Aber man musste berücksichtigen, dass der Raum sehr gross war, und dass während der Vorlesung sehr ausgiebig gelüftet wurde.

Versuch 19.

Schulzimmer.

Dieses Zimmer und die drei nächstfolgenden gehörten einer Bürgermädchenschule an. Das Schulhaus war früher ein Kloster und später für den jetzigen Zweck umgebaut worden. Es lag in unmittelbarer Nähe der Warnow.

Die Lüftung und Reinigung der Schulclassen wurde folgendermassen gehandhabt. Der Unterricht wurde Vormittags von 8 bis 11 Uhr, in einigen Classen von 8 bis 12 Uhr, und Nachmittags von 2 bis 4 Uhr abgehalten. In der ersten Zwischenpause um 9 Uhr waren 2 Fenster 10 Minuten lang geöffnet, in der zweiten um 10 Uhr hingegen 20 Minuten, indem zugleich während dieser Zeit bei gutem Wetter sämmtliche Kinder die Classe verlassen mussten. In der Mittagszeit von 11 bis 2 Uhr blieben Thür und Fenster geschlossen. Nachmittags wurden um 3 Uhr 10 Minuten lang beide Fenster wiederum geöffnet. Nach Schluss des Unterrichts um 4 Uhr blieben diese 1 bis $1^1/_2$ Stunden offen, darauf war bis zum Beginn der Schulzeit am nächsten Morgen Alles geschlossen. Am Mittwoch und Sonnabend um 11 Uhr fand die Reinigung der Zimmer statt. Um für genügende Lufterneuerung zu sorgen, wurden dann sämmtliche Fenster bis Nachmittags 3 Uhr geöffnet. Am Sonntag wurde weder gelüftet noch geheizt.

Das Zimmer dieses Versuches lag im ersten Stockwerke, hatte eine Grundfläche von 40,29 qm. und einen

Inhalt von 138,60 cbm. Seine beiden nach Norden gelegenen Fenster führten auf einen kleinen Hof hinaus, welcher von hohen Gebäuden umgeben war. Die Classe wurde von 51 Mädchen im Alter von 6 bis 7 Jahren besucht.

Die Luftproben wurden von mir am Freitag Nachmittag um 4 Uhr und dem darauf folgenden Montag um 11 Uhr, beide Male sofort nach Beendigung des Unterrichts entnommen. Die Kinder mussten den Raum möglichst schnell verlassen, und die Thür wurde sofort wieder geschlossen.

Am Freitag Nachmittag war mit Ausnahme der 10 Minuten in der Zwischenpause kein Fenster geöffnet. Die Temperatur betrug 16 ° R. Bei meinem Eintritt strömte mir ein sehr starker, widerlicher Geruch entgegen.

Zur Oxydation der organischen Stoffe in 20 l. Luft waren von der Chamäleonlösung

4,2 ccm.

nöthig.

Am Montag stand während der letzten Stunde von 10 bis 11 Uhr eine Luftscheibe offen. Die Temperatur betrug 14 ° R. Der Geruch war schwach unangenehm.

Der Verbrauch an Chamäleonlösung war für 20 l. Luft

2,9 ccm.

Wie im Voraus zu erwarten stand, war die Menge der organischen Substanzen am Schluss des Vormittags-Unterrichts geringer als am Nachmittage, zumal da von 11 bis 2 Uhr nicht gelüftet wurde. Dazu kam, dass die erste Luftprüfung am Ende der Woche und die zweite am Beginn der Woche angestellt wurde. Durch die Reinigung und mehrstündige Lüftung am Sonnabend musste die Luft natürlich wesentlich besser werden.

Versuch 20.

Schulzimmer.

Das Zimmer lag im Erdgeschosse, hatte eine Grundfläche von 40,96 qm. und einen Luftinhalt von 169,16 cbm.

Seine Fenster führten auf einen ziemlich grossen Garten, und zwar zwei nach Westen, eins nach Norden. Die Classe wurde von 55 Kindern im Alter von 6—7 Jahren besucht.

Die erste Luftprüfung stellte ich hier am Freitag Nachmittag um 5 Uhr an, eine Stunde nach Beendigung des Unterrichts. Die Fenster wurden bis nach Schluss des Versuches geschlossen gehalten. Die Temperatur betrug 14° R. Es war ein schwach unangenehmer Geruch zu spüren.

Der Verbrauch an Kalipermanganatlösung war für 20 l. Luft

2,8 ccm.

Die zweite Prüfung fand am Sonntag Vormittag statt. Die Temperatur betrug 12° R. Geruch konnte mit Deutlichkeit nicht constatirt werden.

Der Kalipermanganatverbrauch war für 20 l. Luft

2,15 ccm.

Der Gehalt der Luft an organischen Substanzen erreichte hier nicht eine solche Höhe wie in dem Zimmer von Versuch 19. Die Gründe dafür waren, dass ich die Luftprobe erst eine Stunde nach Schluss des Unterrichts entnahm, wo selbstverständlich, wenn auch Thür und Fenster nicht geöffnet waren, durch die natürliche Ventilation eine Erneuerung der Luft eingetreten war. Ausserdem musste die Luft an und für sich besser sein, weil durch die Lage der Fenster an verschiedenen Wänden mehr Lüftung entstand; und schliesslich hatte Zimmer 19 besonders ungünstige Verhältnisse, indem seine Fenster auf den engen Hof hinausführten.

Versuch 21.

Schulzimmer.

Das Zimmer lag im ersten Stockwerke und hatte eine Grundfläche von 80,55 qm. und einen Luftinhalt von 374 cbm. Seine beiden grossen Fenster führten auf einen grossen Hof nach Westen hinaus.

Die Classe wurde von 54 Mädchen im Alter von 12 bis 14 Jahren besucht.

Das erste Mal untersuchte ich die Luft dieses Zimmers am Sonnabend Vormittag um 11 Uhr sofort nach Schluss des Unterrichts. Während der Stunden waren die Fenster geschlossen. Die Temperatur betrug 15,5° R. Beim Eintritt strömte mir ein stark widerlicher Geruch entgegen.

Der Verbrauch an Kalipermanganatlösung war für 20 l. Luft

3,4 ccm.

Die zweite Prüfung fand am Montag Mittag 12½ Uhr, eine halbe Stunde nach Schluss des Unterrichts statt. Die letzte Stunde von 11—12 Uhr war eine Luftscheibe und ein Fenster eine Weile offen gewesen. Die Temperatur war 15° R. Der Geruch war schwach unangenehm.

Der Verbrauch an Kaliumpermanganatlösung war für 20 l. Luft

2,7 ccm.

Auch bei diesen beiden Prüfungen machte sich ein wesentlicher Unterschied in der Quantität der organischen Stoffe am Schlusse und Beginn der Woche geltend.

Versuch 22.

Schulzimmer.

Das Zimmer lag im ersten Stockwerke, hatte eine Grundfläche von 67,55 qm und einen Inhalt von 321,71 cbm. Es lag neben Zimmer 21; seine beiden Fenster führten nach Westen auf den erwähnten Hof hinaus. Die Classe wurde von 60 Mädchen im Alter von 9—10 Jahren besucht. Die Luftbestimmung wurde am Sonnabend um 12½ Uhr, eine halbe Stunde nach Schluss des Unterrichts gemacht. Luftscheibe und Fenster waren die Unterrichtsstunden hindurch geschlossen. Die Temperatur war 13½° R.; der Geruch stark unangenehm.

Der Verbrauch an Chamäleonlösung betrug für 20 l. Luft

3,85 ccm.

Versuch 23.

Concertsaal.

Der Saal hatte eine beträchtliche Grösse und Höhe. Ueber genaue Grössen- und Ventilationsverhältnisse konnte ich mich leider nicht informiren. Ich durfte die Untersuchung nur unter der Bedingung machen, dass ich den Namen des Etablissements geheimhielt. Das Concert fand Abends von 8—11 Uhr statt und wurde von circa 160 Personen besucht, welche gruppenweise an verschiedenen Tischen sassen, rauchten und Bier tranken. Die Luft war mässig heiss, nicht schwül, aber, wie mir schien, ziemlich reich an Staub. Den Apparat hatte ich auf eine Gallerie gestellt, so dass er dem Publicum unsichtbar war. Die Aspiration fand von 10—11 Uhr, während noch alle Gäste zugegen waren, statt.

Für 20 l. Luft betrug der Kalipermanganatverbrauch 3,75 ccm.

Obschon der Saal diesen Abend nur schwach besucht war (es sind oft die doppelte Anzahl Menschen zugegen), hatte er einen relativ hohen Gehalt an organischen Stoffen. Fasst man die erhebliche Grösse des Raumes ins Auge und vergleicht sie mit einem Schulzimmer, welches bei seiner Kleinheit 50—60 Personen während einer viel längeren Zeit aufnimmt, so ist nur die ungenügende Ventilation und der Staub, der namentlich am Standorte des Apparates vorhanden zu sein schien, als Grund für den Reichthum der organischen Substanzen zu beschuldigen. Vielleicht war es auch nicht ohne Einfluss, dass der Apparat hier im Gegensatze zu allen Versuchen, bei denen er auf einem Tische stand, über der halben Höhe des Saales aufgestellt war.

Versuch 24.

Keller des hygienischen Institutes.

Der zur Untersuchung dienende Raum war von den übrigen Kellerräumlichkeiten durch eine Wand getrennt.

Er lag unter dem Laboratorium und der hygienischen Sammlung und nahm die ganze Tiefe des Gebäudes ein. Von seinen drei Aussenwänden enthielten die Vorderwand und Seitenwand 2 und die Hinterwand 1 mittelgrosses Fenster. Seine Länge betrug 13 m., seine Breite 5 m., seine Höhe 2,6 m., sein Inhalt demnach 169 cbm. Die Wände und die Decke waren mit Mörtel überkleidet. Der Boden war mit ziemlich nahe an einander liegenden Ziegelsteinen gepflastert. Da der Keller sehr feucht war, wurde er täglich bei gutem trockenen Wetter durch 5—6stündiges Oeffnen zweier, einander gegenüberliegender Fenster gelüftet. Der Keller diente zur Aufnahme von Feuerungsmaterial, von Holz und Kohlen. Ich entnahm die Luftprobe Vormittags 10 Uhr, nachdem das eine Stunde lang offen gewesene Fenster und die Thür geschlossen waren.

Für 20 l. Luft betrug der Kalipermanganatverbrauch

1,65 ccm.

Versuch 25.

Keller meines Wohnhauses.

Der abgeschlossene Raum hatte eine Länge von 6 m., eine Breite von 3,5 und eine Höhe von 2 m., demnach einen Inhalt von 42 cbm. Seine Wände waren ebenfalls mit Mörtel, sein Boden mit Ziegelsteinen bedeckt. Da das Haus, wie in Versuch 2 erwähnt ist, auf trockenem Untergrunde gebaut war, war der Keller nicht feucht. Seine beiden Fenster wurden selten geöffnet. Die Temperatur betrug $8^1/_2{}^0$ R. Wie im Keller des Institutes, so war auch hier der der Souterrainluft eigenthümliche Geruch nur in schwachem Masse vorhanden.

Für die Oxydation der organischen Stoffe in 20 l. Luft waren

1,4 ccm.

von der Chamäleonlösung nothwendig.

Die Luft beider Keller hatte somit ungefähr dieselbe Menge organischer Stoffe, wie gut ventilirte Wohnstuben.

Wenn man erwägt, dass die beiden Souterrains von Menschen nicht bewohnt waren, muss man diesen Gehalt als hoch bezeichnen. Auch Uffelmann fand bei seinen Prüfungen der Kellerluft ziemlich hohe Werthe für diese Stoffe. Er erklärt dies durch die Communication dieser Luft mit der Bodenluft und durch die mangelhafte Ventilation[1].

Um eine gedrängte Uebersicht über meine Versuche zu geben, stelle ich dieselben in nachfolgender Tabelle zusammen. Da es üblich geworden ist, bei der Prüfung der Luft auf organische Substanz den Sauerstoffverbrauch als Index für die Menge dieser Stoffe anzugeben, füge ich diesen ausser dem Kalipermanganatverbrauch in einer besonderen Reihe bei. Die Berechnung ist sehr einfach, da ja, wie oben bemerkt wurde, 1 ccm. von der Chamäleonlösung 0,1 mg. Sauerstoff abgiebt. Da aber die Sauerstoffwerthe für 20 l. Luft theilweise recht kleine Zahlen ergeben, habe ich zur Erleichterung der Uebersicht in der letzten Colonne den O-Verbrauch auf 1000 l. Luft berechnet.

[1] Archiv für Hygiene VIII, S. 329, S. 332.

№ des Versuches.	Art der untersuchten Räumlichkeiten.	Grösse in cbm.	№ des Versuches in dem Raume.	Zahl d. anwesend. Personen. Dauer ihres Aufenthaltes i. d. letzten 24 St.	Temperatur R.	Geruch.	Verbrauchte Chamäleonlösung f. 20 l. Luft in ccm.	Verbrauch von Sauerstoff in mg. für	
								20 l Luft.	1000 l Luft.
1	Aussenluft	—	a b c	—	7,0° 4,0° —1,0°	—	0,575 0,42 0,515	0,0575 0,042 0,0515	2,875 2,1 2,575
2	Mein Zimmer (zugleich z. Wohnen u. Schlafen dienend)	110	a b	1 = 7 Std. 1 = 18 Std.	13,5° 12,0°	kein kein	1,4 1,9	0,14 0,19	7,0 9,5
3	Zimmer (zugl. z. Wohnen und Schlafen dienend)	36	a b	1 = 3 Std. 1 = 11 Std.	14,0° 12,0°	kein schwach	1,4 1,9	0,14 0,19	7,0 9,5
4	Schlafkammer (unter dem Dache liegend)	30	—	2 = 9 Std.	10,0°	kein	1,6	0,16	8,0
5	Wohnzimmer (im Hinterhause)	30	—	2 = 18—24 St.	15,0°	schwach	2,1	0,21	10,5
6	Wohnzimmer einer Arbeiterfamilie (unter dem Dache)	38	—	2 = 24 Std. 3 = 10 Std.	12,0°	schwach	1,95	0,195	9,75
7	Krankensaal (chirurg. Stat.)	216	—	9 = 24 Std.	14,0°	kein	0,6	0,06	3,0
8	Krankensaal (chirurg. Stat.)	192	—	8 = 24 Std.	13,0°	kein	0,8	0,08	4,0
9	Krankensaal (chirurg. Stat.)	216	—	6 = 24 Std.	14,0°	schwach	1,3	0,13	6,5
10	Krankensaal (medicin. Stat.)	216	—	8 = 24 Std.	14,0°	kein	1,22	0,122	6,1
11	Krankensaal (medicin. Stat.)	192	—	9 = 24 Std.	15,0°	kein	1,1	0,11	5,5
12	Krankensaal (medicin. Stat.)	192	—	9 = 24 Std.	14,0°	kein	0,9	0,09	4,5
13	Krankenstube (gynäkologische Station)	100	—	3 = 24 Std.	13,0°	stark nach Carcinom	1,3	0,13	6,5
14	Krankenstube (gynäkologische Station)	55	—	1 = 24 Std.	13,0°	stark nach Carcinom	1,1	0,11	5,5

№ des Versuches.	Art der untersuchten Räumlichkeiten.	Grösse in cbm.	№ des Versuches in dem Raume.	Zahl d. anwesend. Personen. Dauer ihres Aufenthaltes i. d. letzten 24 St.	Temperatur R.	Geruch.	Verbrauchte Chamäleonlösung f. 20 l. Luft in ccm.	Verbrauch von Sauerstoff in mg. für	
								20 l Luft.	1000 l Luft.
15	Krankensaal (gynäkologische Station)	250	—	7 = 24 Std.	14,0 °	kein	0,975	0,0975	4,875
16	Laboratorium (hygienisches Institut)	120	a	3-4 = 5 St.	15,0 °	kein	0,8	0,08	4,0
			b	3-4 = 5 St.	15,0 °	kein	0,85	0,085	4,25
17	Auditorium (hygienisches Institut)	176	a	1 = 1 Std.	9,0 °	kein	1,3	0,13	6,5
			b	10 = 1 Std.	13,0 °	kein	2,1	0,21	10,5
			c	14 = 1 Std.	13,5 °	kein	2,3	0,23	11,5
18	Auditorium (chemisches Institut)	294	a	1 = 1 Std.	13,0 °	kein	1,1	0,11	5,5
			b	47 = 1 Std.	14,0 °	kein	1,97	0,197	9,85
19	Schulzimmer	138	a	51 = 5 Std.	16,0 °	sehr stark	4,2	0,42	21,0
			b	51 = 5 Std.	14,0 °	mässig stark	2,9	0,29	14,5
20	Schulzimmer	169	a	55 = 5 Std.	14,0 °	schwach	2,8	0,28	14,0
			b	1 = 1 Std.	12,0 °	kein	2,15	0,215	10,75
21	Schulzimmer	374	a	54 = 3 Std.	15,5 °	stark	3,4	0,34	17,0
			b	54 = 4 Std.	15,0 °	schwach	2,7	0,27	13,5
22	Schulzimmer	321	—	60 = 3 1/2 Std.	13,5 °	stark	3,85	0,385	19,25
23	Concertsaal	?	—	160 = 3 St.	?	kein	3,75	0,375	18,75
24	Keller (hygienisches Institut)	169	—	1 = 1/2 Std.	7,0 °	schwach	1,65	0,165	8,25
25	Keller meines Wohnhauses	42	—	1 = 1/2 Std.	8,5 °	sehr schwach	1,4	0,14	7,0

Die Hauptergebnisse meiner Versuche fasse ich zum Schluss in folgenden Sätzen zusammen:

1. Durch die Respiration, auch des gesunden Menschen, gelangen org. oxydable Substanzen in die Luft.
2. Die atmosphärische Luft enthält immer organische oxydable Stoffe.
3. Der Gehalt der Luft an oxydablen organischen Stoffen ist in Binnenräumen stets grösser, als in der Aussenluft.
4. Die Menge der oxydablen organischen Substanzen wächst mit der Anzahl der in Binnenräumen anwesenden Personen und mit der Länge ihres Aufenthaltes.

   Der Gehalt an organischen oxydablen Stoffen ist am grössten in überfüllten, unzureichend gelüfteten Räumen.
5. Der Geruch giebt im Allgemeinen einen Index für den Gehalt der Luft an organischen oxydablen Substanzen in sofern ab, als die Luft bei Ueberschreitung eines bestimmten Gehaltes an solchen Substanzen unangenehm riechend wird.

Zum Schluss erfülle ich die angenehme Pflicht, dem Herrn Professor Dr. Uffelmann für die Anregung zu dieser Arbeit und für die Unterstützung bei derselben meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.